

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات
بهداشتی درمانی قزوین
معاونت آموزشی

عنوان طرح

طراحی و ساخت نازل های جت چندگانه به منظور کنترل صدای هوای فشرده و انتخاب نازل بهینه

دانشجو:

علی دست آموز

استاد راهنما:

دکتر سعید احمدی

استاد مشاور:

دکتر علی صفری واریانی

بیان مسئله و اهمیت موضوع

صدا به عنوان رایج ترین مواجهه شغلی در سراسر جهان و شایع ترین عامل فیزیکی زیان آور محیط کار محسوب می شود. مهم ترین و قطعی ترین اثر صدا افت شنوایی است (۱). یکی از جدی ترین مشکلات سروصدا در کارخانه های صنعتی صدای تولید شده بوسیله تخلیه هوا، بخار و یا جریان گاز در اتمسفر است. نازل های دمش هوا، دریچه های خروجی بخار و خروجی های تخلیه کنترل هوای تحت فشار مثال هایی از موقعیت های تخلیه پر سروصدا است (۲). هوای فشرده از لوله هایی با سوراخ های کوچک به شکل جت های سرعت بالا تخلیه می شود که برای حذف قطعات، زدودن و برداشتن براده ها، خنک سازی، پخش رنگ و ... استفاده می شود (۳). در صنایع صدای جت به عنوان یکی از عوامل مهم ناشنوایی صنعتی در رتبه سوم قرار می گیرد (۴). تراز فشار صوت در فاصله ۳ فوت از یک نمونه نازل تخلیه هوا با قطر ۴/۱ اینچ اغلب بین ۱۰۵-۱۰۷ دسی بل است (۵).

هنگامیکه هوای فشرده با سرعت بالا با هوای نسبتاً راکد اتمسفر ترکیب می شود آشفته گی زیادی ایجاد می شود که به نوبه خود تراز صدای بالایی تولید میکند. باید به این نکته مهم توجه کنیم که شدت صوت با توان هشتم سرعت جریان هوا متناسب است، بنابراین اولین گام در کنترل صدای هوای فشرده کاهش سرعت جریان هوا تا حد ممکن است. کاهش سرعت جریان هوا می تواند به کاهش صدا بین ۲۰-۵ دسی بل منجر شود (۶). چنانچه نسبت فشار جت یعنی نسبت فشار جریان بالادستی جت به فشار محیط کمتر از ۱,۸۹ باشد جت فروصوت (سرعت خروجی جت کمتر از سرعت صوت) است و صدای تولید شده فقط به دلیل جریان آشفته است. اما اگر نسبت فشار جت بیش از ۱,۸۹ باشد و نازل به دنبال یک انبساط منقبض شده باشد جت در حالت چوک می باشد و سرعت خروجی هوا معادل با سرعت صوت خواهد بود. در این مورد علاوه بر صدای ناشی از جریان توربولانت صدای مرتبط با امواج شوک نیز تولید خواهد شد (۷).

ادامه بیان مسئله و اهمیت موضوع

برای کارهایی که نیاز به نیرو یا حجم بالای هوا دارند، روش های کنترل صدا وابسته به ائتلاف انرژی کینتیکی جت عملی نیست. برای به دست آوردن نیروی مورد نیاز یک روش استفاده از جت با قطر بزرگ در سرعت جریان کم است که مجموع انرژی کینتیکی خروجی هوا کاهش میابد، بنابراین توان صوتی منتشر شده نیز کاهش میابد، اما این روش مصرف هوای فشرده را افزایش خواهد داد (۸). در میان روش های پیشنهادی برای کنترل صدا دو روش به طور ویژه برای کنترل صدا بدون آسیب زدن به راندمان کار جریان های جت طراحی شده اند. روش اول اضافه کردن یک جریان ثانویه در اطراف جت اصلی است که این روش را میکس نويز می نامیم. اضافه کردن لایه ثانویه یا لفافه باعث میشود که پروفیل سرعت شیب کمتری داشته باشد. بنابراین گرادیان سرعت کاهش میابد و شکل گیری ساختارهای گردابی متوقف می شود، در حالی که سرعت مرکزی ثابت باقی می ماند. این روش تنها متمرکز بروی مکانیسم صدای تولید شده است که بعد از خروج هوا از نازل شکل می گیرد (۹). یک روش کنترلی برای حفظ نیروی مورد نیاز بدون افزایش مصرف هوا استفاده از نازل های جت چندگانه است که از چندین جت کوچکتر به جای یک جت استفاده می کند. تعداد شکاف، فاصله بین شکاف ها، سطح مقطع شکاف، شکل شکاف، شکل هندسی نازل و پلنوم موجود در نازل های جت چند گانه از فاکتورهای عملکردی مهم در طراحی این نازل ها به حساب می آیند. افزایش سطح مقطع شکاف های یک نازل باعث افزایش توان صوتی و نیروی اعمال شده توسط نازل ها می شود، بنابراین اولویت طراحی در طراحی نازل های جت چندگانه افزایش تعداد شکاف های نازل و کاهش سطح مقطع هریک از شکاف ها است (۵، ۸، ۱۰).

ادامه بیان مسئله و اهمیت موضوع

سطح مقطع نازل روی تراز صدای تولید شده مؤثر است، البته نه اینکه برای هر مقداری مشخص شده باشد. به طور مثال اگر سطح مقطع نازل نصف شود کاهش تراز فشار صوت به اندازه سه دسی بل حاصل می‌شود (۱۱). برای صدای تولید شده توسط یک جت فرکانس پیک به طور کلی بیش از یک پنجم فرکانس مرجع است که به عنوان نسبت سرعت خروجی به قطر خروجی تعریف می‌شود (۸، ۹). به طور مثال برای یک نازل تخلیه هوا با قطر یک میلی متر در سرعت صوت فرکانس پیک بیش از هفتاد کیلو هرتز خواهد شد. برای جت هایی با قطر کوچک که در بیشتر کاربردهای صنعتی رایج هستند صدای غالبی که از مناطق نزدیک به خروجی نازل منتشر می‌شود، انتظار می‌رود که شامل فرکانس های بیشتری در محدوده فراصوت باشد. در مقابل منابع صدای مسئول برای تولید صدای شنیداری که دارای فرکانس نسبتاً پایینی در طیف صدا است باید در فاصله ای دورتر از پایین دست قرار بگیرد (۸). اثربخشی نازل های جت چند گانه در کاهش ترازهای صوتی شنیداری اثبات شده است. امروزه در بیشتر نازل های تجاری پره هایی بین خروجی های مجاور قرار گرفته است که باعث کاهش احتمال مسدود شدن خروجی های نازل می‌شود (۱۰). انتخاب نازل‌هایی با صدای پایین بستگی به کاربرد آنها دارد. برای اهداف خشک کردن و تمیز کردن نازلی با سرعت جریان بالا و نیروی محوری پایین شبیه نازل پوششی مورد نیاز است، در حالی که برای اهداف دفع و پس زنی مواد نازلی با نیروی محوری بالا و جهت دار مانند نازل های جت چندگانه مورد نیاز است (۱۲).

بررسی متون/مروری بر مطالعات

نتایج و نتیجه گیری	متدولوژی و شرکت کنندگان	عنوان یا هدف	رفرنس
تأثیر استفاده از نازل هایی با سایز کوچکتر در کاهش صدا محسوس و قابل توجه است. مقایسه تراز فشار صوت کلی تولید شده توسط نازل هایی با سایز ۰/۷ و ۱ میلی متر نشان داد که حتی یک افزایش ۴۰ درصدی در فرکانس های صدا می تواند تأثیر قابل توجهی داشته باشد. در مورد این نگرانی که نازل های جت چندگانه نیرو را کاهش می دهند آزمایشات نشان داد که تا زمانی که مجموع مساحت خروجی ثابت است افت نیروی محسوس و قابل توجهی در سرعت جریان ثابت مشاهده نمی شود.	نازل هایی با سایز ۰/۷، ۱، ۲ و ۲/۲ میلی متر برای تست در سرعت جریان های مختلف در دو گروه تقسیم شدند. اندازه گیری تراز فشار صوت در سه زاویه ۳۰، ۹۰ و ۱۳۵ درجه، آنالیز فرکانسی، بررسی نیرو و مقایسه کاهش تراز فشار صوت هر گروه از نازل ها	ارزیابی اثربخشی نازل های جت چندگانه بر کاهش مواجهه با سروصدا	۹

بررسی متون/مروری بر مطالعات

رفرنس	عنوان یا هدف	متدولوژی و شرکت کنندگان	نتایج و نتیجه گیری
۱۰	بررسی تأثیر فاصله خروجی بر ترازهای شنیداری صدای تولید شده توسط یک نازل جت چندگانه	اندازه گیری صدا و آنالیز فرکانسی یک سوم اکتاوباند برای نازل های جت چندگانه با قطر و فاصله خروجی متفاوت انجام شد.	این مطلب مشخص شد که کاهش فاصله خروجی طیف صدا را به سمت فرکانس های پایین انتقال می دهد که به دلیل استفاده از قطر خروجی کوچکتر به سمت فرکانس های بالا انتقال یافته بود و ترازهای صوتی را در فرکانس های پایین تر افزایش می دهد. هنگامی که خروجی های یک نازل محدود به سطح کوچکی می شود، برای حفظ مجموع مساحت خروجی کاهش قطر خروجی تعداد خروجی ها را افزایش و فاصله خروجی را کاهش می دهد. قطرهای خروجی کوچکتر فرکانس صدا را افزایش می دهد و طیف صدا را به سمت فرکانس های بالا انتقال می دهند در حالی که کاهش فاصله خروجی اثر مخالف انتقال طیف به سمت فرکانس های پایین را دارد. این دو اثر مخالف قطر خروجی و فاصله خروجی ثابت کرد که برای نازل هایی با سایز محدود باید یک قطر خروجی بهینه وجود داشته باشد.

بررسی متون/مروری بر مطالعات

نتایج و نتیجه گیری	متدولوژی و شرکت کنندگان	عنوان یا هدف	رفرنس
<p>مشخص شد که ویژگی های صدای تولید شده توسط یک نازل جت چندگانه با شکل مخروطی مشابه صدای تولید شده توسط یک نازل جت چندگانه با خروجی های توزیع شده روی یک سطح صاف و مسطح است. مقایسه با یک نازل جت تک با مساحت خروجی مشابه نشان داد که نازل های جت چندگانه ترازهای صوتی را در دامنه شنوایی انسان با انتقال توان صوتی ساطع شده به فرکانس های بالاتر کاهش می دهند. چنانچه فرکانس پیک در محدوده اولتراسونیک واقع شود، انتقال به سمت فرکانس های بالا ترازهای صوتی را در دامنه شنوایی کاهش می دهد. زمانی که خروجی ها متراکم تر توزیع می شود، مشاهده می شود که ادغام جت ها توان صوتی را به سمت فرکانس های پایین منتقل می کند که این پدیده باعث افزایش ترازهای فشار صوت در یک دامنه فرکانسی ویژه خواهد شد.</p>	<p>اندازه گیری تراز فشار صوت در سه زاویه ۳۰، ۹۰ و ۱۳۵ درجه، آنالیز فرکانسی، بررسی نیرو و مقایسه کاهش تراز فشار صوت هر گروه از نازل ها</p>	<p>ارزیابی صدای تولید شده توسط نازل های جت چندگانه با شکل مخروطی</p>	<p>۸</p>

بررسی متون/مروری بر مطالعات

رفرنس	عنوان یا هدف	متدولوژی و شرکت کنندگان	نتایج و نتیجه گیری
۱۲	بررسی عملکرد نازل های جت کلاسیک و چندگانه جت هوا در چهار کارخانه در برزیل شامل تولید سیگار، پیستون موتور، تولید کمپرسور و یک انبار محصول کشاورزی	تراز فشار صوت در ناحیه شنوایی اپراتور در دو حالت استفاده از تفنگ دمش هوا با یک نازل جت ساده و کلاسیک و نازل جت چند گانه اندازه گیری شد. شکل نازل های جت چند گانه از لحاظ تعداد و آرایش سوراخ های جت تا زمانی که عملکرد جت مورد قبول اپراتور واقع شود متنوع بود.	در نتیجه کاهش تراز فشار صوت بین ۵-۹ دسی بل به دست آمد. سپس پیشنهاد شد که چندین نازل برای یک کاربرد مشخص قبل از انتخاب نهایی از بین نازل هایی با صدای پایین مورد تست و آزمایش قرار بگیرد.

محدودیت های تحقیقات انجام شده

ضرورت انجام تحقیق حاضر

اهداف طرح

الف-هدف اصلی طرح

طراحی و ساخت نازل های جت چندگانه به منظور کنترل صدای هوای فشرده و انتخاب نازل بهینه

ب-اهداف فرعی

اندازه گیری نیرو، تراز فشار صوت هوای فشرده و آنالیز فرکانسی یک اکتاوباند در نازل لوله باز در فشارهای ۳، ۵ و ۷ بار

طراحی و ساخت نازل جت چندگانه با شکاف های دایره ای، مستطیلی (شکافدار)، مخروطی (قیفی شکل)، دایره ای پره دار و دایره ای پره دار همراه با روزنه مرکزی با استفاده از نرم افزار 2016 Solid Works و پرینتر سه بعدی (از جنس رزین)

اندازه گیری نیرو، تراز فشار صوت هوای فشرده و آنالیز فرکانسی یک اکتاوباند نازل های جت چندگانه ساخته شده در فشارهای ۳، ۵ و ۷ بار

بررسی عملکرد کاهش صوتی نازل های جت چندگانه ساخته شده، تعیین نازل جت چندگانه با بهترین عملکرد کاهش صوتی (نازل بهینه)، ساخت آن از جنس استیل با استفاده از دستگاه CNC و بررسی تراز فشار صوت و نیرو

ادامه ی اهداف طرح

ج-اهداف کاربردی

کاهش صدای ناشی از هوای فشرده با تکیه بر حفظ نیرو با استفاده از نازل های ساخته شده

ارائه نازل جت چندگانه با بهترین عملکرد کاهش صدا جهت استفاده در صنایع

فرضیه های پژوهش

- نازل های ساخته شده موجب کاهش تراز فشار صوت ناشی از هوای فشرده نسبت به نازل لوله باز می شوند.
- نازل جت چندگانه با شکاف های مخروطی عملکرد کاهش صوتی بهتری نسبت به نازل جت چندگانه با شکاف های دایره ای دارد.
- نازل جت چندگانه شکافدار عملکرد کاهش صوتی بهتری نسبت به نازل جت چندگانه با شکاف های دایره ای دارد.
- نازل جت چندگانه با شکاف های مخروطی عملکرد کاهش صوتی بهتری نسبت به نازل جت چندگانه شکافدار دارد.
- نازل جت چندگانه با شکاف های دایره ای و پره دار عملکرد کاهش صوتی بهتری نسبت به نازل جت چندگانه با شکاف های مخروطی دارد.
- نازل جت چندگانه با شکاف های دایره و پره دار همراه با روزنه مرکزی عملکرد کاهش صوتی بهتری نسبت به نازل جت چندگانه با شکاف های دایره ای و پره دار دارد.
- نیروی اعمال شده توسط نازل های جت چندگانه در سطح مقطع خروج هوای یکسان با یکدیگر برابر است.
- نیروی اعمال شده توسط نازل های جت چندگانه ساخته با نازل لوله باز در سطح مقطع خروج هوای یکسان برابر است.
- نازل جت چندگانه فلزی ساخته شده از نظر عملکرد کاهش صوتی تفاوتی با نازل بهینه ندارد.

نمونه و جامعه آماری

از هر کدام از نازل های طراحی شده سه نمونه با پرینتر سه بعدی ساخته می-
شود. اندازه گیری نیرو، تراز فشار صوت و آنالیز فرکانس صوتی در فشارهای ۳، ۵
و ۷ بار در نازل لوله باز و نازل های کاهنده صوت ساخته شده

روش انجام کار

این مطالعه در سه فاز طراحی، ساخت نازل جت چندگانه و اندازه گیری صدا و نیرو انجام می شود. هوای فشرده مورد استفاده در این مطالعه توسط یک کمپرسور هوا با ظرفیت ۲۵۰ لیتر و توان الکتروموتور ۲ اسب بخار تأمین می شود. اولین نازل مورد بررسی در این مطالعه یک نازل لوله باز با قطر داخلی ۶ میلی متر و مساحت خروجی هوا ۲۶/۲۸ میلی متر مربع است که در واقع همان لوله خروجی هوای فشرده است. شکل هندسی نازل های جت چندگانه مورد مطالعه در این پژوهش با الگوبرداری از چهار نمونه نازل های تجاری مدل SILVENT 209L و SILVENT 209 و SILVENT 915 شرکت SILVENT طراحی می شود. با توجه به این قاعده کلی که نازل های با سطح مقطع خروج هوای یکسان نیروی اعمال شده یکسانی دارند، سطح مقطع نازل های جت چندگانه طراحی شده برابر با نازل لوله باز در نظر گرفته می شود. طراحی نازل های جت چندگانه با استفاده از نرم افزار Solid Works 2016 انجام می شود و ساخت نازل ها توسط دستگاه پرینتر سه بعدی مدل Form Labs (ساخت آمریکا- شرکت آرمان ویژن) که یکی از روش های نوین در ساخت قطعات است صورت می گیرد. از هر کدام از نازل های طراحی شده سه نمونه ساخته می شود. صداسنجی در سه زاویه ۳۰، ۹۰ و ۱۳۵ درجه صورت گرفت. در هر زاویه تراز فشار صوت سه مرتبه اندازه گیری شد. نیروی اعمال شده با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی مدل پند که در فاصله ۳۰ سانتی متری از خروجی نازل ها قرار داشت اندازه گیری می شود. متوسط تراز فشار صوت در زوایا و فشارهای مختلف محاسبه شد. پس از مشخص شدن نازل جت چندگانه با بهترین عملکرد کاهش صوتی نمونه فلزی آن ساخته می شود و پس از بررسی تراز فشار صوت و نیروی اعمال شده جهت استفاده در صنایع مرتبط ارائه می شود.

رفرنس ها

1. Monazzam M, Farhang D, Nassiri P, Jahangiri M. Determination of the Dominant Noise Source in an Air Production Plant of a Petrochemical Industry and Assessing the Effectiveness of its Enclosing. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2015;7(2):44-56
2. Barron RF. Industrial Noise Control and Acoustics. New York. Basel: Marcel Dekker; 2003
3. P L, NA H. INDUSTRIAL JET NOISE: COANDA NOZZLES. Journal of Sound and Vibration. 1985;99(4):475-91
4. Gerges SNY, Sehrndt GA, Parthey W. 5 noise sources [cited 2017 1 April]. Available from: http://www.who.int/occupational_health/publications/noise5.pdf
5. Bell LH. Industrial Noise Control: Fundamentals and Applications. 3rd ed. UNITED STATES OF AMERICA: Marcel Dekker, Inc; 1994
6. Berger EH, Royster LH, Royster JD, Driscoll DP, Layne M. The Noise Manual. 5nd ed. the United States of America: American Industrial Hygiene Association; 2003
7. Bies DA, Hansen CH. Engineering Noise Control: Theory and practice. 4nd ed. london and new york: Spoon Press; 2009
8. Sheen S-C. Noise Generated by Multiple-Jet Nozzles With Conical Profiles. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2011;17(3):287–99
9. Sheen S-C, Hsiao Y-H. On Using Multiple-Jet Nozzles to Reduce Noise Exposure. Journal of occupational and environmental hygiene. 2007;4(9):669-77
10. Sheen S-C. Effect of Exit Spacing in a Multiple-Jet Nozzle on Noise Levels at Audible Frequencies. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 2011;8(6):349–56
- Health and Safety Executive 1999. 2nd:[Available from: 11. Noise from pneumatic systems
<http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/pm56.pdf>
12. Gerges SNY. Machinery Noise Reduction [cited 2017 1 April]. Available from: http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/publicaciones_4350jh0.pdf
13. Silvent: Advanced Air Nozzle Technology. Available from: <https://eriks.nl/documentatie/.../silvent-persluchtventielen-en--pistolen-catalogus.pdf>

با تشکر از توجه شما

